



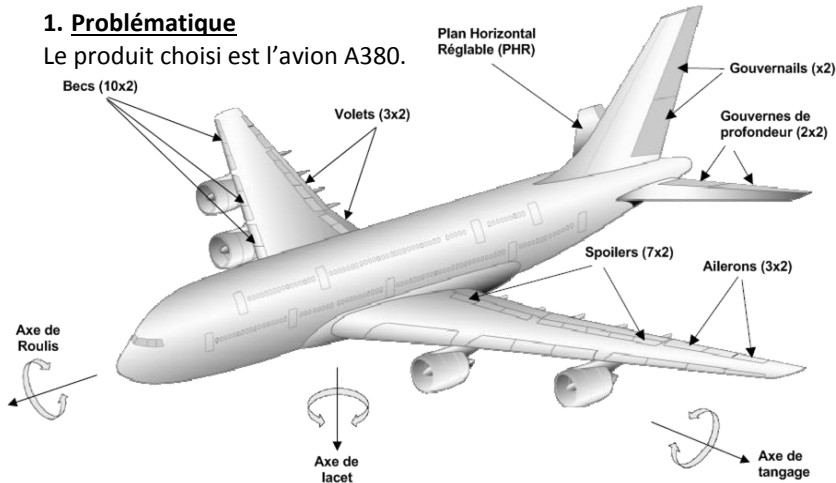
Problème Technique : Comment choisir et concevoir un correcteur pour vérifier un Cahier des Charges

ETUDE DE L'INFLUENCE DES

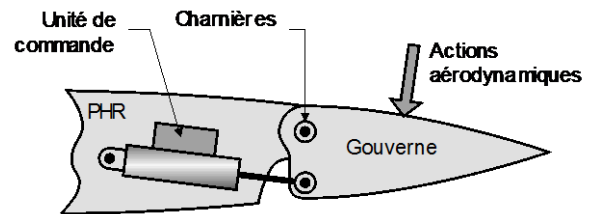
CORRECTEURS SUR LES PERFORMANCES

1. Problématique

Le produit choisi est l'avion A380.

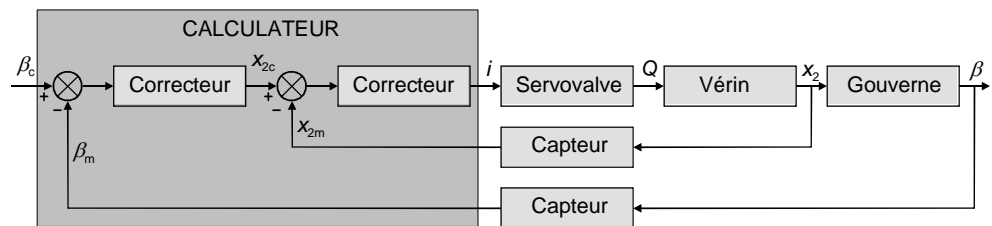


On se propose d'étudier la réalisation de la fonction « Asservir en position la gouverne de profondeur ». On se limitera à l'asservissement en position de la servocommande d'une gouverne intérieure.



Pour atteindre les performances, il y a nécessité d'asservir en position la gouverne de profondeur

La chaîne d'énergie qui permet de modifier l'inclinaison de gouverne de profondeur est composée d'une servovalve comme actionneur et d'un vérin comme effecteur. Comme le montre la figure suivante, il y a deux boucles d'asservissement pour asservir en position la gouverne de profondeur.



i : intensité alimentant la servovalve

Q : débit alimentant le vérin

β : inclinaison des gouvernes par rapport au PHR

x_2 : position de la tige du vérin

Nous allons seulement étudier l'asservissement en position de la tige du vérin (c'est-à-dire la première boucle d'asservissement) dont le cahier des charges est le suivant :

Fonction	Critères	Niveaux
Asservir en position la tige du vérin	Marge de phase	$\geq 60^\circ$
	Marge de gain	$\geq 10 \text{ dB}$
	Ecart de position	$\varepsilon_p = 0 \text{ mm}$
	Ecart de traînage pour une consigne $x_{2c}(t) = 0,1 \cdot t$	$\varepsilon_T < 0.2 \text{ mm}$
	Temps de réponse à 5% (échelon)	$t_{R5\%} < 0.045 \text{ s}$
	Dépassement (échelon)	$D\% < 5\%$

On modélise cet asservissement par le schéma bloc suivant où :

- $C(p)$ est la fonction de transfert du correcteur
- $FTBO_{nc}(p)$ est la fonction de transfert de la FTBO **non corrigée** :

$$X_{2c} \rightarrow \left(\begin{array}{c} + \\ - \end{array} \right) \rightarrow C(p) \rightarrow FTBO_{nc}(p) \rightarrow X_2$$

$$FTBO_{nc}(p) = \frac{0.01}{p \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot 0.0032}{161.7} \cdot p + \frac{p^2}{161.7^2} \right)}$$

Vous allez commencer par déterminer les performances du produit sans correcteur en utilisant Scilab.

Question 1 – Déterminer les niveaux des 6 critères du cahier des charges. Conclure.

L'objectif du TP est de trouver les caractéristiques d'un correcteur qui permet de valider le cahier des charges.

2. Action proportionnelle

On choisit d'utiliser un correcteur proportionnel dont la fonction de transfert est $C(p) = K_p$

Question 2 – Trouver la plus grande valeur de K_p qui permet de vérifier les marges de stabilité.

Question 3 – Expliquer pourquoi l'écart de position (ou écart statique) ne dépend pas de la valeur de K_p .

Question 4 – Trouver la plus grande valeur de K_p qui permet de vérifier l'écart de trainage. Conclure.

Question 5 – Faire un bilan, dans un tableau, de l'influence de K_p (pour $K_p > 1$) sur les 3 performances : stabilité, précision et rapidité. Quelles sont les performances qui vont ensemble et celles qui sont antagonistes ?

Question 6 – Un correcteur proportionnel suffit-il à vérifier le cahier des charges ?

3. Action intégrale

On choisit d'utiliser un correcteur intégral dont la fonction de transfert est $C(p) = \frac{K_I}{p}$

Question 7 – Faire un bilan, dans un tableau, de l'influence de la présence d'un correcteur intégral sur les 2 performances : stabilité et précision.

4. Action dérivée

On choisit d'utiliser un correcteur dérivé dont la fonction de transfert est $C(p) = K_D \cdot p$

Question 8 – Faire un bilan, dans un tableau, de l'influence de la présence d'un correcteur dérivé sur les 2 performances : stabilité et précision.

5. Correcteur PID

Afin de profiter des avantages des trois actions précédentes, on utilise un correcteur Proportionnel-Intégral-Dérivé :

$$C(p) = K_p + K_D \cdot p + \frac{K_I}{p} = K \cdot \frac{1 + \frac{2 \cdot \xi}{\omega_0} p + \frac{p^2}{\omega_0^2}}{p}$$

Question 9 – Que dire sur les critères de précision du cahier des charges avec ce correcteur.

Question 10 – En faisant varier K , ξ et ω_0 , observer leur influence sur la rapidité (bande passante de la FTBF).

Afin de vérifier le critère sur la marge de gain on va trouver des paramètres pour que la phase de la FTBO soit toujours supérieure à -180° .

Question 11 – Quel est l'influence de K , ξ et ω_0 sur la phase de la FTBO ?

Question 12 – Trouver un couple de valeur de K et ω_0 permettant de vérifier le cahier des charges : proposez une méthodologie.

Repartir du système sans correction

6. Correcteur à avance de phase

On choisit d'utiliser un correcteur à avance de phase dont la fonction de transfert est $C(p) = K \frac{1+a \cdot T \cdot p}{1+T \cdot p}$ avec $a > 1$.

Question 13 – Déterminer les paramètres du correcteur à avance de phase pour vérifier le critère de stabilité.

7. Correcteur à retard de phase

On choisit d'utiliser un correcteur à retard de phase dont la fonction de transfert est $C(p) = K \frac{1+T \cdot p}{1+b \cdot T \cdot p}$ avec $b > 1$.

Question 14 – Déterminer les paramètres du correcteur à retard de phase pour vérifier le critère de précision sans impacter la stabilité du système.

Repartir du système sans correction

8. Correcteur « compensateur »

On choisit un correcteur, réalisable numériquement, de fonction de transfert :

$$C(p) = K_c \cdot \frac{N(p)}{D(p)} = K_c \cdot \frac{1 + \frac{2 \cdot \xi}{\omega_0} p + \frac{p^2}{\omega_0^2}}{1 + \frac{2 \cdot \xi_c}{\omega_c} p + \frac{p^2}{\omega_c^2}}$$

Caractéristiques du correcteur : le gain K_c du correcteur est choisi égal à 50 ;
le facteur d'amortissement ξ_c est choisi égal à 0,7 ;
le numérateur $N(p)$ de $C(p)$ est choisi égal au terme du second ordre du dénominateur de la fonction $H(p)$.

Question 15 – Justifier les choix de la valeur du gain de boucle K_c et celle du facteur d'amortissement ξ_c .

Question 16 – Donner la nouvelle expression de la FTBO. Expliquer le nom de ce correcteur.

Question 17 – Que vaut la phase de la FTBO pour ω_c ? Pour quelles valeurs de ω_c le système est-il instable ?

Question 18 – Donner la valeur de ω_c qui permet de vérifier la marge de phase de 60° .